



CONFÉDÉRATION SUISSE  
BUREAU FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(51) Int. Cl.<sup>2</sup>: F 01 D 5/14  
F 01 D 9/02



(19) **CH EXPOSÉ D'INVENTION** A5 (11) **586 841**

R

- (21) Numéro de la demande: 8160/73  
(61) Additionnel à:  
(62) Demande scindée de:  
(22) Date de dépôt: 6. 6. 1973, 16 $\frac{3}{4}$  h  
(33) (32) (31) Priorité: Japon, 9. 6. 1972 (U/47-67383)

- Brevet délivré le 28. 2. 1977  
(45) Exposé d'invention publié le 15. 4. 1977

(54) Titre: **Turbine à flux axial**

(73) Titulaire: **Hitachi, Ltd., Tokyo (Japon)**

(74) Mandataire: **Ammann Patentanwälte AG Bern, Bern**

(72) Inventeur: **Toshio Shinohara, Masao Watanabe, Kashiwa-shi, et Katsukuni Hisano, Hitachi-shi (Japon)**

La présente invention a trait à une turbine à flux axial.

Comme on le voit dans la fig. 1, une turbine à flux axial connue comprend généralement un ensemble d'ailettes fixes, chacune d'entre elles étant fixée aux deux extrémités, d'une part à un anneau extérieur 2 solidaire d'un bâti 1, d'autre part à un anneau intérieur 3. Elle comporte en outre des ailettes mobiles fixées à un rotor 6 monté sur un arbre rotatif 5. On peut disposer axialement plusieurs rangées d'ailettes fixes et mobiles formant ainsi plusieurs étages. Le fluide moteur, vapeur ou gaz de combustion s'écoule principalement dans la direction axiale, dans le passage annulaire compris entre les anneaux intérieurs 3 et extérieurs 2; la plus grande partie de ce fluide passe à travers la rangée d'ailettes fixes 4 où il prend une direction déterminée et passe ensuite à travers les ailettes mobiles en leur imprimant un mouvement rotatif avant de passer à l'étage suivant.

Cependant, une petite partie du fluide moteur s'échappe en passant par les interstices radiaux 9 et 10 existant entre le rotor 6 et les anneaux intérieurs 3 ainsi qu'entre les extrémités des ailettes 7 et les anneaux extérieurs 2. Les interstices 9 sont relativement petits: à cet endroit le diamètre et la vitesse circonférentielle du rotor sont relativement faibles. Par contre, les interstices 10 délimités par les ailettes mobiles 7 et les anneaux extérieurs du boîtier 2 sont assez grands en diamètre; il en est de même pour la vitesse circonférentielle à cet endroit; en raison de la force centrifuge créée par la rotation et de l'élongation des ailettes mobiles 7 provoquée par l'échauffement, ces interstices 10 ne peuvent être réduits au-delà d'une certaine valeur.

Le fluide s'échappant dans ces interstices 9 et 10 ne contribue pas à faire tourner la turbine et est un facteur de perte d'énergie. S'il se trouve un interstice à l'extrémité d'une ailette mobile, le tourbillon créé autour du profil de l'ailette mobile va se transformer en tourbillon marginal qui pourra quitter l'extrémité de l'ailette en provoquant une réduction du travail effectué par l'ailette. La perte d'énergie provoquée par les interstices 10 entre les ailettes mobiles 7 et les anneaux extérieurs 2 du boîtier affecte de manière importante le rendement de la turbine.

C'est pourquoi, pour minimiser les interstices situés à l'extrémité de chaque ailette mobile 7 sans toutefois permettre un contact entre cette extrémité et l'anneau extérieur 2 du boîtier, on a tenté de monter une couronne 11 autour des ailettes 7 et de munir la surface interne des anneaux extérieurs 2, faisant face à cette couronne 11, de plusieurs rangées d'anneaux 12 en forme d'aileron, de telle sorte qu'il y ait un petit espace entre la couronne 11 et l'anneau 12. Avec ce dispositif, il est possible d'éviter des pertes par tourbillons à l'extrémité de chaque ailette. Par contre, il se pose alors un problème de résistance dynamique et de perte de courant secondaire provoqué par la présence de la couronne 11. Dans les turbines où la vitesse des extrémités des ailettes est grande, par exemple les turbines à vapeur à étages de basse pression munies de longues ailettes ou des turbines à compresseur, ces couronnes 11 pourraient devenir une sérieuse entrave à l'augmentation des forces centrifuges. En outre, dans les turbines où on ne prend pas en considération l'influence des courants de fuite, qu'elles soient munies de couronnes ou non, le courant périphérique passant à travers les ailettes mobiles est inévitablement dévié dans une position où le rayon est plus grand que celui prévu théoriquement.

Ceci provoque une augmentation du pourcentage de fuite aux extrémités des ailettes où il se produit une perte d'énergie relativement grande; l'augmentation des fuites et l'influence de ces courants de fuite provoque une diminution considérable du rendement de la turbine.

La présente invention se propose d'éviter ces inconvénients en prévoyant une turbine caractérisée en ce qu'elle comprend des ailettes fixes, chacune d'entre elles ayant une torsion telle que l'angle d'émersion diminue progressivement et de manière continue à partir d'un point situé approximativement à mi-longueur, de l'ailette jusqu'à l'extrémité de l'ailette.

Dans ce qui suit une forme d'exécution de l'invention est décrite en détail en se référant au dessin où:

La fig. 1 est une vue en coupe d'une turbine connue.

La fig. 2 montre une vue en perspective agrandie et une vue prise de l'extrémité d'une ailette fixe selon l'invention; les indices a, b, c et d repèrent des sections prises à la base, au quart, au demi, aux trois quarts de la hauteur d'une ailette alors que e repère la section de l'extrémité d'une ailette.

La fig. 3 montre une vue en perspective agrandie et une vue prise de l'extrémité d'une ailette mobile selon l'invention, les repères ayant la même signification que sur la fig. 2.

La fig. 4 représente les triangles de vitesse à l'entrée et à la sortie de l'ailette, à différentes hauteurs, diagrammes avec des repères ayant les significations suivantes:

- C: vitesse absolue à la sortie des ailettes fixes;
- W: vitesse relative à la sortie des ailettes fixes;
- C': vitesse absolue à la sortie des ailettes mobiles;
- W': vitesse relative à la sortie des ailettes mobiles;
- U: vitesse périphérique des ailettes mobiles;
- $\alpha$ : angle d'émersion mesuré à la sortie des ailettes fixes;
- $\beta$ : angle relatif d'émersion mesuré à la sortie des ailettes mobiles.

La fig. 5 représente, en fonction de la hauteur d'une ailette, la distribution radiale de l'angle d'émersion  $\alpha$ , des rapports  $P/P_0$  et  $C/z/co$ .

La fig. 2 montre la configuration d'une ailette fixe selon l'invention. On a donné à l'ailette 4 une torsion telle que l'angle d'émersion  $\alpha$  (angle compris entre la direction de la vitesse absolue du fluide à la sortie d'une ailette fixe et la direction de la rotation) reste à peu près constant jusqu'à mi-hauteur de l'ailette (à partir de la base a jusqu'à la section c), puis diminue peu à peu depuis le milieu 4c jusqu'aux trois quarts de la hauteur 4d et, enfin, diminue encore plus depuis la hauteur 4d jusqu'à l'extrémité 4e.

La variation de l'angle  $\alpha$  (en degrés) en fonction de la hauteur d'une ailette fixe est représentée sur le graphe de gauche du diagramme 5. Le trait plein montre une ailette fixe présentant une torsion, le traitillé l'angle d'un dispositif conventionnel.

Remarquons que l'intervalle entre les ailettes augmentant de la base à l'extrémité, l'angle croît un peu avec la hauteur.

La fig. 3 montre la forme d'une ailette mobile 7 selon l'invention. Cette ailette présente une torsion de la base 7a jusqu'au milieu 7c de sa hauteur, torsion correspondant à l'augmentation de la vitesse périphérique en fonction du rayon. Du milieu de l'ailette jusqu'aux trois quarts de la hauteur, l'ailette présente une torsion inverse, c'est-à-dire qui s'oppose à celle existant entre la base 7a et la section 7c; cette torsion inverse n'est pas nécessairement répartie de façon progressive mais peut avoir un taux de variation plus grand à partir des trois quarts de la hauteur (7d jusqu'à l'extrémité 7e).

La torsion inverse permet de réduire le degré de réaction à partir de l'extrémité de l'ailette mobile; la torsion peut être prévue de manière à être opposée à celle des ailettes fixes.

La turbine peut être munie des deux sortes d'ailettes décrites ci-dessus.

La fig. 4 montre des triangles de vitesse en différents points du rayon et permet de comprendre l'intérêt de la torsion des ailettes. On remarquera que le pourcentage de courant du fluide moteur diminue de la base a en direction de l'extrémité e à mesure que le diamètre augmente.

Le graphe au centre de la fig. 5 représente la variation du rapport  $P/P_0$  ( $P$  = pression statique et  $P_0$  = pression totale à la sortie d'une ailette mobile); on constate que ce rapport est plus faible, sur toute la hauteur de l'ailette, et plus particulièrement à son extrémité, que dans les dispositifs connus (traitillé). La vitesse

axiale du fluide moteur ( $C_z$  à la sortie des ailettes) est considérablement réduite depuis les trois quarts de la hauteur jusqu'à l'extrémité de l'ailette mobile, par rapport aux dispositifs conventionnels (traitillé), ainsi que le montre le graphe de droite sur la fig. 5 ( $C_o$  = vitesse théorique calculée à partir de l'énergie du fluide). Ceci permet de réduire les fuites, aussi bien aux extrémités des ailettes mobiles que dans les interstices entre rotor et stator et d'augmenter le pourcentage de courant dans la partie centrale des ailettes, où les pertes par friction sont relativement réduites. Donc, il est possible d'améliorer dans une large mesure le rendement de la turbine. De plus, étant donné la réduction des fuites dans les interstices entre le rotor et le stator, surtout aux endroits où le diamètre est grand, le dispositif selon l'invention présentera des effets favorables dans des turbines ne comportant pas d'anneau autour des ailettes mobiles.

## REVENDECATION

Turbine à flux axial, caractérisée en ce qu'elle comprend des ailettes fixes, chacune d'entre elles ayant une torsion telle que l'angle d'émersion diminue progressivement et de manière continue à partir d'un point situé approximativement à mi-longueur de l'ailette jusqu'à l'extrémité de l'ailette.

## SOUS-REVENDECATION

Turbine selon la revendication, caractérisée en ce qu'elle comprend des ailettes mobiles, chacune d'entre elles ayant une torsion opposée à celle des ailettes fixes pour réduire le degré de réaction à partir de l'extrémité de l'ailette mobile.

FIG. 1

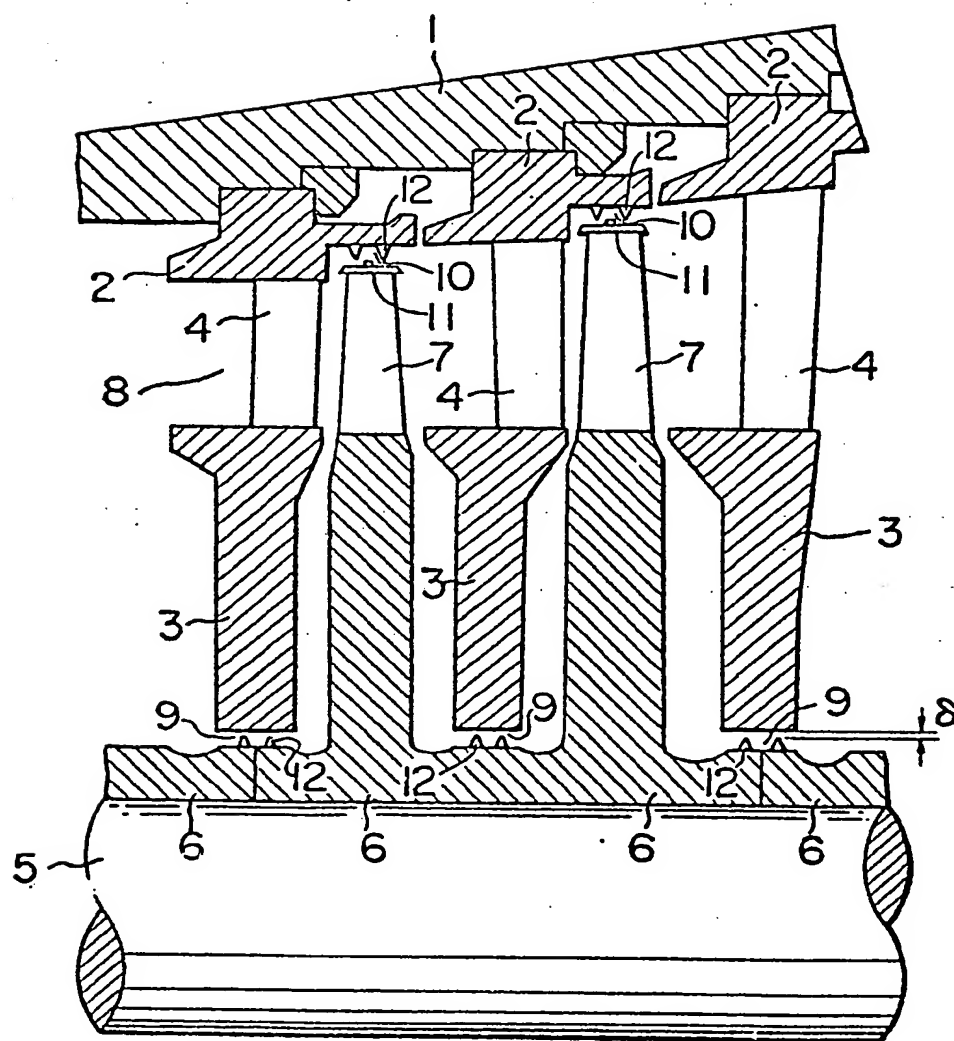


FIG. 2

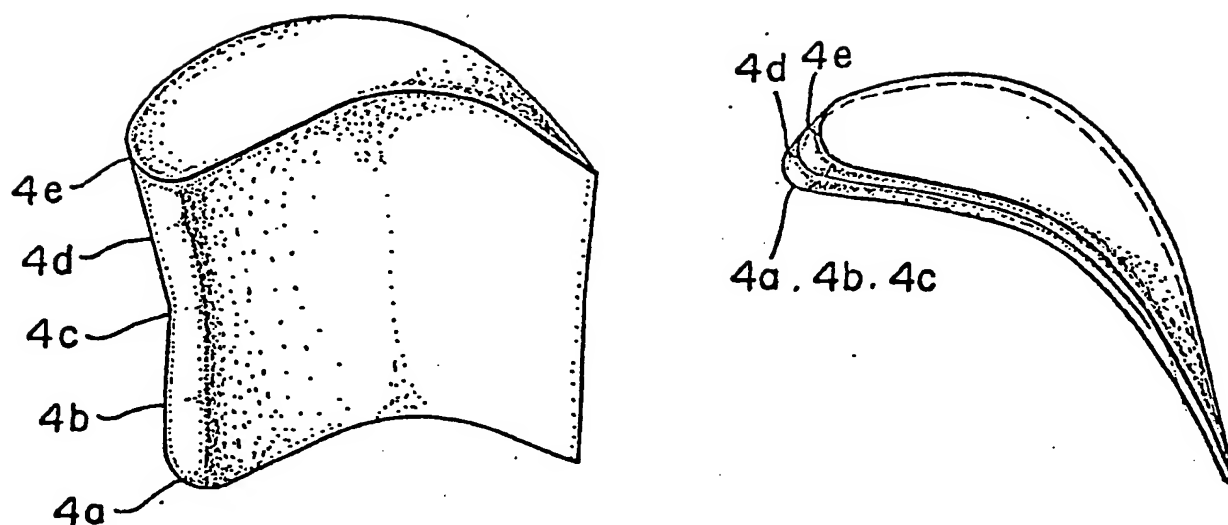


FIG. 3

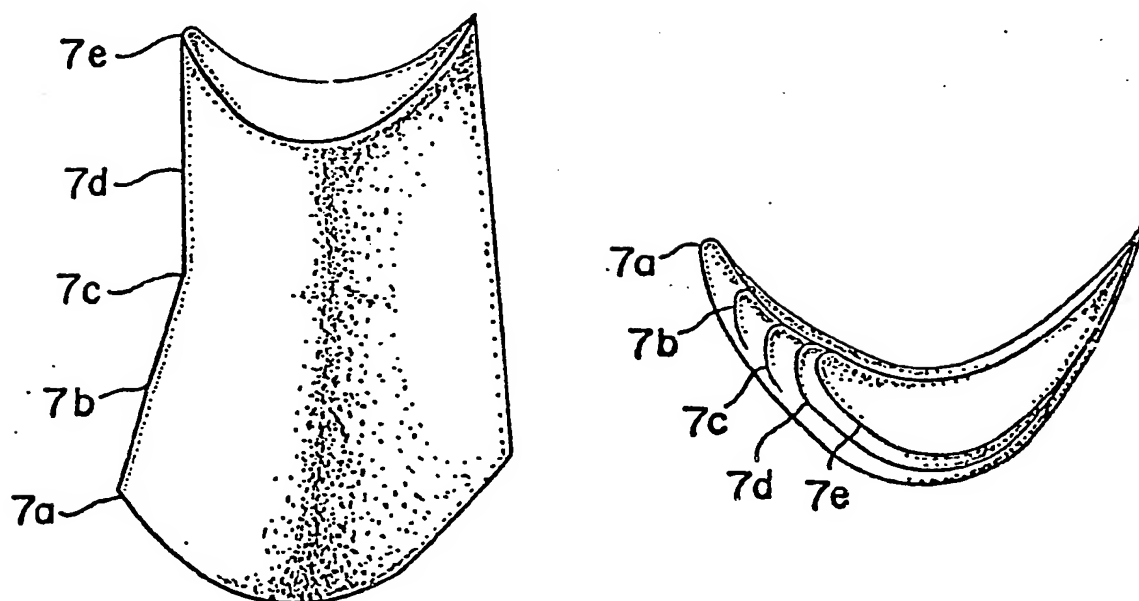


FIG. 4

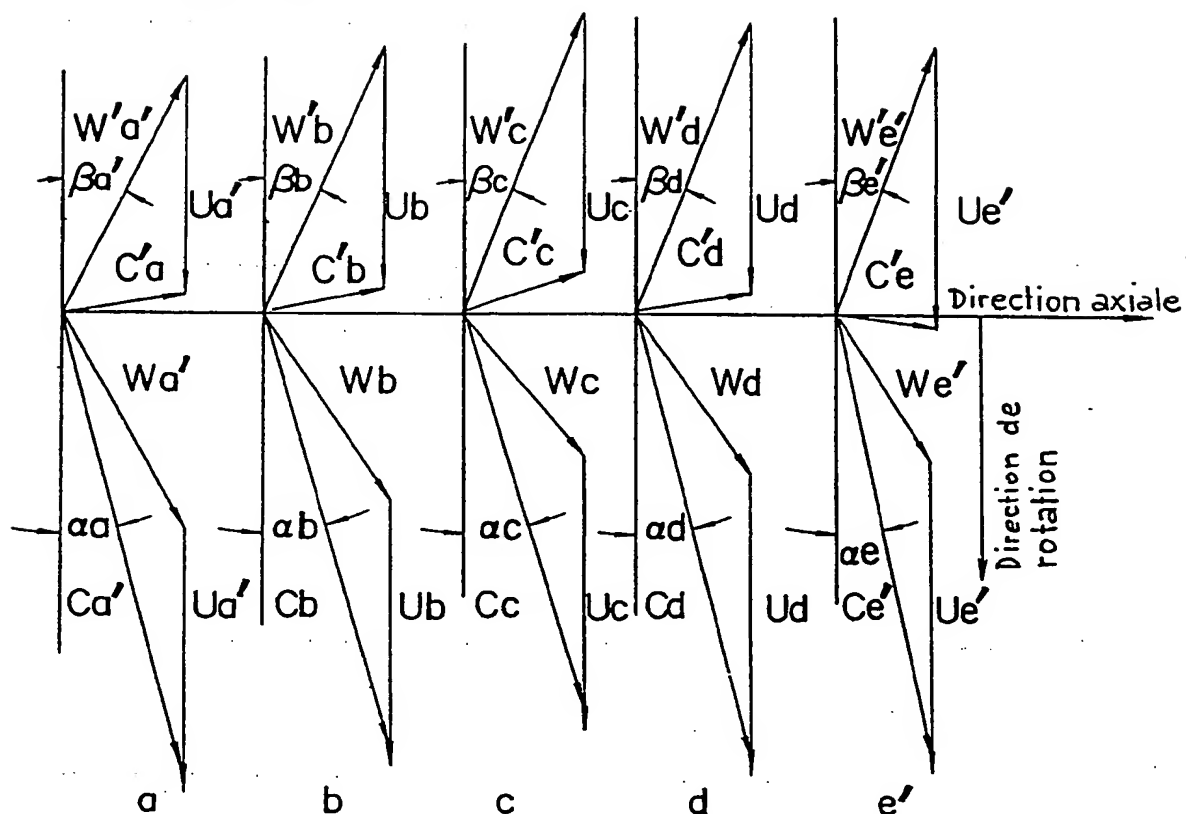


FIG. 5

